

(17)

Original document

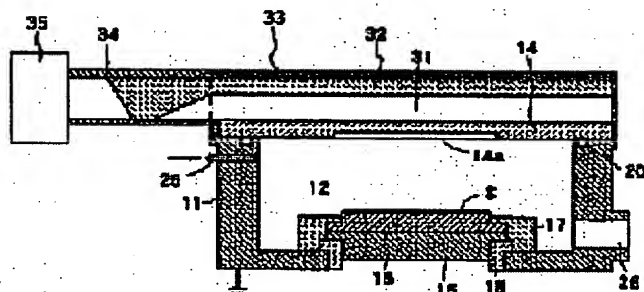
# PLASMA TREATMENT DEVICE

Patent number: JP10214823  
Publication date: 1998-08-11  
Inventor: MABUCHI HIROTSUGU; TSUYUKUCHI JIYUNYA; KATAYAMA KATSUO  
Applicant: SUMITOMO METAL IND  
Classification:  
- international: H01L21/3065; H01L21/205  
- european:  
Application number: JP19970018912 19970131  
Priority number(s): JP19970018912 19970131

View INPADOC patent family

## Abstract of JP10214823

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a plasma treatment device which can make higher the plasma treatment speed for a sample by making the plasma concentration high in an area facing the sample and improve the patternization for etching fine hole pattern. **SOLUTION:** This plasma treatment device is provided with a dielectric layer 32 for microwave waveguide, a microwave introduction window 14 opposite to the dielectric layer 32, and a reaction container 11 in which a sample table 15 is arranged inside so as to face the window 14, and a recess 14a is formed on the area facing to the table 15 in the window 14.

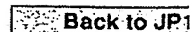



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(7)

**Family list****12** family members for:**JP10214823**

Derived from 8 applications.

 Back to JP1

- 1 DEVICE AND METHOD FOR PLASMA TREATMENT**  
Publication info: **EP0830052 A1** - 1998-03-18  
**EP0830052 A4** - 2000-02-02
- 2 DEVICE AND METHOD FOR PLASMA TREATMENT**  
Publication info: **EP0831680 A1** - 1998-03-25  
**EP0831680 A4** - 2000-02-02
- 3 PLASMA TREATMENT DEVICE AND ITS TREATMENT METHOD**  
Publication info: **JP3147769B2 B2** - 2001-03-19  
**JP9266095 A** - 1997-10-07
- 4 PLASMA TREATMENT DEVICE**  
Publication info: **JP3204145B2 B2** - 2001-09-04  
**JP10214823 A** - 1998-08-11
- 5 Plasma processing apparatus and plasma processing method**  
Publication info: **US5951887 A** - 1999-09-14
- 6 Plasma processing apparatus utilizing a microwave window having a thinner inner area**  
Publication info: **US6091045 A** - 2000-07-18 
- 7 DEVICE AND METHOD FOR PLASMA TREATMENT**  
Publication info: **WO9736461 A1** - 1997-10-02
- 8 DEVICE AND METHOD FOR PLASMA TREATMENT**  
Publication info: **WO9736462 A1** - 1997-10-02

---

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

7

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-214823

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月11日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 21/3065  
21/205

H 0 1 L 21/302  
21/205

B

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平9-18912

(22) 出願日

平成9年(1997) 1月31日

(71) 出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 発明者 馬淵 博嗣

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住  
友金属工業株式会社内

(72) 発明者 露口 潤弥

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住  
友金属工業株式会社内

(72) 発明者 片山 克生

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住  
友金属工業株式会社内

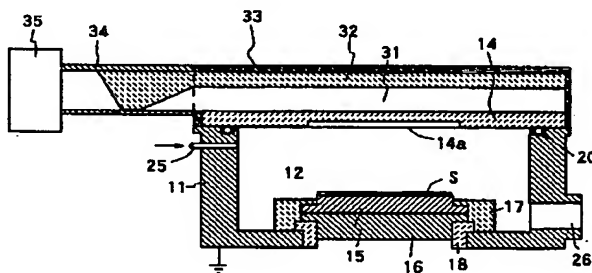
(74) 代理人 弁理士 森 道雄 (外1名)

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【目的】 試料と対面する領域のプラズマ密度を高めることにより、試料のプラズマ処理速度を向上させ、また微細なホールパターンのエッチングにおいてはパターンの抜け性を向上させることが可能なプラズマ処理装置を提供する。

【構成】 マイクロ波導波路用の誘電体層(21)、誘電体層(21)に対向して設けられているマイクロ波導入窓(14)、およびこのマイクロ波導入窓(14)に対面するように内部に試料台(15)が配置されている反応容器(11)を備えるプラズマ処理装置であって、マイクロ波導入窓(14)の試料台(15)と対面する領域に凹部(14a)が設けられているプラズマ処理装置。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】マイクロ波導波路用の誘電体層、誘電体層に対向して設けられているマイクロ波導入窓、およびこのマイクロ波導入窓に対面するように内部に試料台が配置されている反応容器を備えるプラズマ処理装置であって、マイクロ波導入窓の試料台と対面する領域の厚みがその外側に比べて薄いことを特徴とするプラズマ処理装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【産業上の利用分野】本発明は、マイクロ波を利用してプラズマを発生させて、半導体素子基板や液晶ディスプレイ（LCD）用ガラス基板などに、エッチング、アッシング、CVD（Chemical Vapor Deposition）などの処理を施すプラズマ処理装置に関する。

**【0002】**

【従来の技術】LSI製造プロセスでは、反応ガスに外部からエネルギーを与えてプラズマを発生させ、このプラズマを用いてエッチング、アッシング、CVD等の処理を施すことが広く行われている。特に、プラズマを用いたドライエッチング技術はこのLSI製造プロセスにとって不可欠な基本技術となっている。

【0003】近年、これらのプラズマ処理に、13.56MHz程度の高周波を用いてプラズマを発生させる装置以外に、マイクロ波を用いてプラズマを発生させる装置が用いられるようになってきている。マイクロ波を用いる方が13.56MHz前後の高周波を用いるのに比べて、高密度のプラズマを発生させることが容易なためである。

【0004】しかし、一般にマイクロ波を用いたプラズマ処理装置では、広い領域に均一にプラズマを発生させることが難しいという問題がある。そこで、この問題を解決すべく、本出願人は誘電体層を用いたプラズマ処理装置を提案している（特開昭62-5600号公報）。

【0005】図15は、従来の誘電体層を用いたプラズマ処理装置を示す模式的断面図である。

【0006】反応容器11（反応室12）の内部には試料台15が配設されており、反応容器11の上部にはマイクロ波導入窓14が試料台15と対面するように設けられ、反応室12は気密に封止されている。そして、マイクロ波導入窓14に対向して中空部31を挟んで誘電体層32が設けられている。マイクロ波導入窓14としては、石英ガラス（ $\text{SiO}_2$ ）やアルミナ（ $\text{Al}_2\text{O}_3$ ）の平板が用いられる。

【0007】マイクロ波は、マイクロ波発振器35において発振され、導波管34を介して誘電体層32に導入される。誘電体層32を伝播するマイクロ波により誘電体層32の下方に電界が形成され、この電界がマイクロ波導入窓14を透過して、反応室12に導入され、この電界によりガス導入管25から導入されるガスが励起さ

れてプラズマが生成される。このプラズマによって、試料Sの表面にエッチングなどのプラズマ処理が施される。

【0008】この装置は、マイクロ波導入窓14および誘電体層32の面積を大きくすることにより、広い平面領域に均一にプラズマを発生させることができるという利点を備えている。

**【0009】**

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の誘電体層を用いたプラズマ処理装置においては、プラズマ処理速度の試料面内の均一性を確保するため、試料に比べて広い領域でプラズマを発生させる構成としている。そのため、プラズマ密度が全体的に低下し、試料のプラズマ処理速度が低下するという問題や、微細なホールパターンのエッチングにおいては、ホール底部まで垂直にエッチングされない（パターンの抜け性悪化）の問題があった。

【0010】本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであり、試料に照射される領域のプラズマ密度を高めることにより、試料のプラズマ処理速度を向上させ、また微細なホールパターンのエッチングにおいてはパターンの抜け性を向上させることが可能なプラズマ処理装置を提供することを目的としている。

**【0011】**

【課題を解決するための手段】本発明のプラズマ処理装置は、マイクロ波導波路用の誘電体層、誘電体層に対向して設けられているマイクロ波導入窓、およびこのマイクロ波導入窓に対面するように内部に試料台が配置されている反応容器を備えるプラズマ処理装置であって、マイクロ波導入窓の試料台と対面する領域の厚みがその外側に比べて薄いことを特徴としている。

【0012】なお、ここで言う「試料台と対面する領域」は、「試料台上の試料載置面と対面する領域」を意味している。

【0013】誘電体層を用いた上記構成の装置では、誘電体層にマイクロ波を導入し伝播させ、この誘電体層から洩れてくるマイクロ波をマイクロ波導入窓を介して反応容器内に導入している。すなわち、反応容器内のマイクロ波の強度は、誘電体層からの距離とマイクロ波導入窓の厚みに依存する。

【0014】そこで、本発明者らは、マイクロ波導入窓の厚みに着目し試験を行った結果、マイクロ波導入窓の厚みを部分的に薄くすることにより、その薄い領域の下ではプラズマが強く発生することを確認し、本発明を完成させた。

【0015】すなわち、本発明のプラズマ処理装置では、試料台上の試料と直接対面する領域のマイクロ波導入窓の厚みをその外側に比べて薄くしている。そのため、試料台上の試料に照射されるこの領域のプラズマをそれ以外の領域に照射される領域のプラズマに比べて強

く発生させ、試料の処理に効率的なプラズマ密度分布とすることができる。その結果、試料のプラズマ処理速度を向上させ、また微細なホールパターンのエッチングにおいてはパターンの抜け性を向上させることができる。

【0016】また、本発明のプラズマ処理装置は、試料と対面する部分を中心としてマイクロ波導入窓の厚みを位置により異ならせることによって、プラズマ密度分布を変化させるものである。したがって、このマイクロ波導入窓の厚みの位置による分布を適切に選択することにより、均一なプラズマ処理を試料に施すのみならず、逆に必要に応じて試料の中央部のプラズマ処理速度を高めたりすることもできる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面に基づいて説明する。

【0018】（実施の形態-1）

（装置の全体構成）図1は、本発明のプラズマ処理装置の第1の形態の模式的縦断面図である。図中11は、中空直方体形状の反応容器であり、アルミニウムやステンレスなどの金属で形成されている。

【0019】反応容器11の内部には反応室12が設けられている。反応容器11の上部には、試料Sと対面する部分に凹部14aが形成されているマイクロ波導入窓14が、Oリング20を介して設けられており、反応室12は気密に封止されている。

【0020】反応室12には、試料台15がマイクロ波導入窓14と対面する位置に配設され、試料Sはこの試料台15上に載置される。試料台15は、試料Sを保持するための静電チャックなどの機構（図示せず）や試料Sを所定温度に保持するための恒温媒体循環機構（図示せず）などを備えている。試料台15は、基台16上に固定され、反応容器11とは絶縁部材18により絶縁されており、また試料台15の周囲はプラズマシールド部材17で覆われている。

【0021】反応容器11には、反応室12内にガスを導入するためのガス導入孔25および排気装置（図示せず）に接続される排気口26が設けられている。反応容器11の周囲壁はヒータ（図示せず）によって所定の温度に加熱できるようになっている。

【0022】反応容器11の上方には、上部をアルミニウムなどの金属板33で覆われた誘電体層32が、マイクロ波導入窓14と対向するようにして配設されている。誘電体層32には導波管34を介してマイクロ波発振器35が連結されている。誘電体層32は、例えばフッ素樹脂やポリエチレンやポリスチレンなどの誘電損失の小さい材料で構成される。マイクロ波の周波数としては、例えば2.45GHzが用いられる。

【0023】（マイクロ波導入窓）マイクロ波導入窓14は、耐熱性とマイクロ波透過性を有し、かつ誘電損失が小さい石英ガラス（ $\text{SiO}_2$ ）やアルミナ（ $\text{Al}_2\text{O}_3$ ）などの誘電体で形成すれば良い。

【0024】マイクロ波導入窓14の試料Sと対面する部分の厚みをその外側部分に比べて薄くするには、例えばマイクロ波導入窓14の試料Sと対面する部分を削るなどして凹部を形成すれば良い。凹部は、反応室12側に設ける方が効果があるが、誘電体層32と対面する側に設けても良い。

【0025】凹部の形状は、平面的には円形や矩形などどのような形状でも良く、試料の形状やプラズマ処理速度の試料面内均一性を考慮して決めれば良い。例えば、シリコンウエハを処理するような場合、多くの場合、円形とすることが好ましい。

【0026】凹部の径は、均一なプラズマ処理を目的とする場合や、試料の中央部のプラズマ処理速度を高めることを目的とする場合など、その目的に応じて決めれば良い。均一性を改善するには、通常、試料の径に対して1.0~1.2倍程度とすることが好ましい。また、試料の中央部のプラズマ処理速度を特に高めたい場合には、通常、試料の径に対して0.9倍程度以下とすることが好ましい。

【0027】凹部の深さは、目的とするプラズマ処理のプラズマ処理速度およびその均一性を考慮して決めれば良い。例えばプラズマ処理速度の向上を目的とする場合、通常、マイクロ波導入窓の厚みが30mmの場合、凹部の深さは4mm以上とすることが好ましく、マイクロ波導入窓の厚みが20mmの場合、凹部の深さは2mm以上とすることが好ましい。すなわち、凹部の深さは、マイクロ波導入窓の厚みに対して、0.1倍程度以上とすることが好ましい。ただし、いずれの厚みのマイクロ波導入窓も、残りの厚みが10mm以下となると、強度上の問題が生じるため、これ以上の厚みが残るように凹部の深さを決めることが好ましい。

【0028】図2は、マイクロ波導入窓の1例を示す模式的断面図であり、(a)は断面図、(b)は底面図である。この例のマイクロ波導入窓14は、試料Sと対面する中央部に円形の凹部14a（直径DA、深さHA）が設けられている。

【0029】図3は、マイクロ波導入窓の別の例を示す模式的断面図である。マイクロ波導入窓14は、この図に示す窓本体14dと環状部14eのように複数の部材から構成しても良い。

【0030】図4は、マイクロ波導入窓のさらに別の例を示す模式的断面図である。マイクロ波導入窓の凹部14aは、図4(a)に示すように階段状としても良いし、また図4(b)に示すようにテーパ状としても良い。

【0031】また、マイクロ波導入窓の凹部14aは、弧状としても良い。

【0032】図5は、誘電体層と対面する側に凹部を形成したマイクロ波導入窓の例を示す模式的断面図であ

る。前述したように、凹部は、反応室12側に設ける方が効果があるが、誘電体層と対面する側に設けても良い。

【0033】(プラズマ処理方法)このように構成されたプラズマ処理装置を用いて、試料Sの表面にエッチングなどのプラズマ処理を施す場合について、図1に基づき説明する。

【0034】①反応室12を排気口26から排気し、その後ガス導入孔25から反応室12にガスを供給する。

【0035】②マイクロ波発振器35からマイクロ波を発振させ、導波管34を介して誘電体層32にマイクロ波を導入する。誘電体層32から洩れてくるマイクロ波がマイクロ波導入窓14を透過して、反応室12にプラズマを発生させ、試料Sにエッチングを施す。

【0036】このとき、マイクロ波導入窓の試料Sの真上の部分には凹部14aが設けられ、他の部分に比べて薄く、マイクロ波の電界強度が強いので、この領域のプラズマ密度が高められ、試料Sのプラズマ処理速度を高めることができる。

【0037】また、マイクロ波導入窓の凹部14aの形状を変える(マイクロ波導入窓14の厚みの位置による分布を変える)ことにより、プラズマ密度分布を変化させることができるので、より均一なプラズマ処理を試料に施したり、逆に必要に応じて試料Sの中央部のプラズマ処理速度を高めたりすることもできる。

【0038】(実施の形態-2)

(装置の全体構成)図6は、本発明のプラズマ処理装置の第2の形態の模式的縦断面図である。

【0039】この装置は、試料Sに高周波を印加しながらプラズマ処理を施すものであり、図1の装置構成に加え、試料台15に接続される高周波電源28および対向電極21が設けられている。対向電極21は、マイクロ波導入窓14の周縁部に、反応容器11の周囲壁から張り出すような形状で設けられており、高周波が印加される試料台15に対する接地電極の役割を果たす。対向電極21をこのような形状とすることにより、試料Sに安定したバイアス電位を発生させることができる。この対向電極21は、表面がアルマイト処理されたアルミニウムなどで作製される。高周波電源28の周波数としては、400kHzや13.56MHzなどが用いられる。

【0040】この装置では、さらにマイクロ波透過領域制限板23がマイクロ波導入窓14の上に設けられている。マイクロ波透過領域制限板23はアルミニウムなどの金属板の中央部に孔23aを設けたものであり、マイクロ波が反応室12に導入される領域をの限定し、プラズマを所定領域に発生させるものである。

【0041】(マイクロ波導入窓部分)図7は、マイクロ波導入窓部分の1例を示す模式的断面図である。

【0042】この例のマイクロ波導入窓14は、環状の

凸部14b(内径DA1、外径DA2)を備えることにより、円形の凹部14a(直径DA1、深さHA1)形成するのみならず、対向電極の先端21aをプラズマから保護している。

【0043】マイクロ波導入窓14をこのような形状とすることにより、試料S上の領域のプラズマ密度を高めるだけでなく、対向電極の先端21aの表面がスパッタされることを防止してパーティクルの発生数を低減させることもできる。

【0044】図8は、マイクロ波導入窓部分の別の例を示す模式的断面図である。

【0045】マイクロ波導入窓14を、この図に示すような形状として、対向電極の先端21aをプラズマから保護しても良い。

【0046】図9は、マイクロ波導入窓部分のさらに別の例を示す模式的断面図である。

【0047】パーティクルの発生が特に問題にならない場合は、この図に示すように、対向電極の先端21aをプラズマから保護する部分をもたないマイクロ波導入窓14としても良い。

【0048】(プラズマ処理方法)このように構成されたプラズマ処理装置を用いて、試料Sの表面にエッチングなどのプラズマ処理を施す場合について、図6に基づき説明する。

【0049】①反応室12を排気口26から排気し、その後ガス導入孔25から反応室12にガスを供給する。

【0050】②マイクロ波発振器35からマイクロ波を発振させ、導波管34を介して誘電体層32にマイクロ波を導入する。誘電体層32から洩れてくるマイクロ波がマイクロ波導入窓14を透過して、反応室12にプラズマを発生させる。

【0051】③プラズマ発生とほぼ同時に高周波電源28を用いて試料台15に高周波を印加し、試料S表面にバイアス電圧を発生させる。このバイアス電圧によってプラズマ中のイオンのエネルギーを制御しつつ、試料Sの表面にイオンを照射させて、試料Sにエッチングなどのプラズマ処理を施す。

【0052】このとき、マイクロ波導入窓の試料Sの真上の部分には凹部が設けられて、他の部分に比べて薄く、マイクロ波の電界強度が強くなる。そのため、この領域のプラズマ密度が高められ、試料Sのプラズマ処理速度を向上させ、また微細なホールパターンのエッチングにおいてはパターンの抜け性を向上させることができる。

【0053】また、マイクロ波導入窓の凹部の形状を適切なものにすることにより、プラズマ処理速度の均一性を高めることができる。

【0054】また、マイクロ波導入窓の形状を対向電極の表面を保護する形状とすれば、さらに対向電極の先端がスパッタされることを防止し、パーティクルの発生数

を低減させることもできる。

【0055】なお、この例のプラズマ処理装置は、例えばシリコン酸化膜( $\text{SiO}_2$ )のホールパターンのエッチング工程のようにイオンの制御が特に重要な処理に好適である。

【0056】

【実施例】本発明の実施例について説明する。本実施例

で用いたプラズマ処理装置は、図6および図7に示したものである。マイクロ波導入窓は石英で作製し、表1に示す7種類の形状のものをを用いた。また、マイクロ波の周波数は2.45GHz、高周波の周波数は400kHzとした。

【0057】

【表1】

表1

窓	深さHA1 (mm)	径DA1 (mm)	径DA2 (mm)	厚みTW1 (mm)	厚みTW2 (mm)	
A	12	150	258	30	20	本発明例
B	2	150	—	20	20	本発明例
C	12	130	258	30	20	本発明例
D	12	170	258	30	20	本発明例
E	12	190	258	30	20	本発明例
F	0	—	258	30	20	比較例
G	0	—	—	20	20	比較例

【0058】(試験1)凹部の深さHA1が異なるマイクロ波導入窓を用いてシリコン酸化膜のエッチングレートを測定した。表1の窓A(HA1=12mm)、窓B(HA1=2mm)および窓G(HA1=0mm)の3種類のマイクロ波導入窓について、シリコン酸化膜が1 $\mu\text{m}$ 成膜された6インチシリコンウエハを試料としてエッチングを行った。エッチング条件は次の通りである。用いたガス:  $\text{CHF}_3$ 、マイクロ波電力: 1300W、高周波電力: 600W。

【0059】図10は、それぞれの窓に対するエッチングレートの測定結果を示す図である。

【0060】凹部深さHA1を大きくすることにより、エッチングレートを増加させることができることを確認した。

【0061】(試験2)凹部の設けたマイクロ波導入窓と凹部を設けないマイクロ波導入窓を用いて、シリコン酸化膜に対して0.4 $\mu\text{m}$ ホールパターンのエッチングを施し、そのエッチング断面形状を観察し、パターン抜け性を評価した。用いたマイクロ波導入窓は、表1の窓B(凹部あり)および窓G(凹部なし)である。用いた試料は、6インチシリコンウエハ上に、シリコン酸化膜が1.5 $\mu\text{m}$ 成膜され、さらにその上0.4 $\mu\text{m}$ ホールのレジストパターンが形成されたものである。所定の積算プラズマ放電時間の時点毎に、試料をエッチングし、エッチングされた試料について、走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて、エッチング断面形状を観察した。エッチング条件は次の通りである。用いたガス:  $\text{CHF}_3$  および  $\text{CO}$ 、マイクロ波電力: 1300W、高周波電力: 600W。

【0062】図11は、窓B(本発明例)に対するエ

ッチング断面形状の観察写真の模式図であり、(a)はプラズマ放電20分後、(b)はプラズマ放電570分後、(c)はプラズマ放電970分後にエッチングしたものである。また、中心はウエハの中心位置を、周縁はウエハの端から10mmの位置でのものである。

【0063】図12は、窓G(比較例)に対するエッチング断面形状の観察写真の模式図であり、図11と同じく、(a)はプラズマ放電20分後、(b)はプラズマ放電570分後、(c)はプラズマ放電970分後にエッチングしたものである。また、図11と同じく、中心はウエハの中心位置を、周縁はウエハの端から10mmの位置でのものである。

【0064】図11からわかるように、本発明例では、プラズマ放電時間が長くなっても、垂直形状のホールを形成することができ、パターン抜け性は良好であった。これに対して、図12からわかるように、比較例では、プラズマ放電時間が短いとき(図12(a))は垂直形状のホールを形成することができたが、プラズマ放電時間が長くなるにつれて(図12(b)、図12(c))、ホールの形状は先細りとなり、パターン抜け性が悪化していた。

【0065】すなわち、凹部を設けることにより、エッチング時のパターン抜け性を向上できることを確認した。

【0066】(試験3)凹部の直径DA1が異なるマイクロ波導入窓を用いて、シリコン酸化膜をエッチングし、エッチングレートのウエハ面内均一性(エッチングレート均一性)を測定した。表1の窓A、窓C、窓D、窓Eおよび窓Fの5種類のマイクロ波導入窓について試験を行った。試料およびエッチング条件は試験1のものと同

じである。

【0067】図13は、マイクロ波導入窓の凹部直径DA1に対するエッチングレート均一性の測定結果を示す図である。なお、図中の点線は、凹部を設けていない窓F（比較例）の結果である。

【0068】凹部直径DA1を150mm～180mmの範囲とすることにより、凹部を設けない窓F（比較例）に比べて、エッチングレートの均一性が改善されることを確認した。

【0069】（試験4）対向電極の先端が保護されている窓Aと対向電極の先端が保護されていない窓G（比較例）を用いて、プラズマを発生させて、パーティクル数の時間変化を測定し、パーティクル数は、6インチウエハ上の0.2 $\mu$ m以上のものをカウントすることにした。プラズマ発生条件は、次の通りである。用いたガス：CHF<sub>3</sub>およびCO、マイクロ波電力：1300W、高周波電力：600W。

【0070】図14は、パーティクル数のプラズマ放電時間に対する変化を示す図である。

【0071】窓A（本発明例）では、ウエハ上のパーティクル数が50個未満で安定していた。一方、窓G（比較例）では、所定の時間を経過すると、ウエハ上のパーティクル数が百個を超えていた。

【0072】すなわち、対向電極の先端保護部を設けることにより、パーティクル数の増加を抑制できることを確認した。

【0073】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明のプラズマ処理装置は、特定領域のプラズマ密度を高めることにより、試料のプラズマ処理速度を向上させ、また微細なホールパターンのエッチングにおいてはパターンの抜け性を向上させることができる。また、マイクロ波導入窓に設ける凹部の形状を最適化することによりプラズマ処理速度の均一性を向上させることができる。

【0074】さらに、マイクロ波導入窓の近傍に電極などが設ける必要がある場合には、それを保護する形状とすることができ、パーティクル数を低減させることもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のプラズマ処理装置の第1の形態の模式的縦断面図である。

【図2】本発明のプラズマ処理装置のマイクロ波導入窓の1例を示す模式図であり、(a)は断面図、(b)は底面図である。

【図3】本発明のプラズマ処理装置のマイクロ波導入窓の別の例を示す模式的断面図である。

【図4】本発明のプラズマ処理装置のマイクロ波導入窓のさらに別の例を示す模式的断面図である。

【図5】本発明のプラズマ処理装置のマイクロ波導入窓のさらに別の例を示す模式的断面図である。

【図6】本発明のプラズマ処理装置の第2の形態の模式的縦断面図である。

【図7】本発明のプラズマ処理装置のマイクロ波導入窓部分の1例を示す模式的断面図である。

【図8】本発明のプラズマ処理装置のマイクロ波導入窓部分の別の例を示す模式的断面図である。

【図9】本発明のプラズマ処理装置のマイクロ波導入窓部分のさらに別の例を示す模式的断面図である。

【図10】凹部深さの異なるマイクロ波導入窓に対するエッチングレートの測定結果を示す図である。

【図11】窓B（本発明例）に対するエッチング断面形状の観察写真の模式図であり、(a)はプラズマ放電20分後、(b)はプラズマ放電570分後、(c)はプラズマ放電970分後にエッチングしたものである。

【図12】窓G（比較例）に対するエッチング断面形状の観察写真の模式図であり、(a)はプラズマ放電20分後、(b)はプラズマ放電570分後、(c)はプラズマ放電970分後にエッチングしたものである。

【図13】マイクロ波導入窓の凹部直径DA1に対するエッチングレート均一性の測定結果を示す図である。

【図14】パーティクル数のプラズマ放電時間に対する変化を示す図である。

【図15】従来の誘電体層を用いたプラズマ処理装置を示す模式的断面図である。

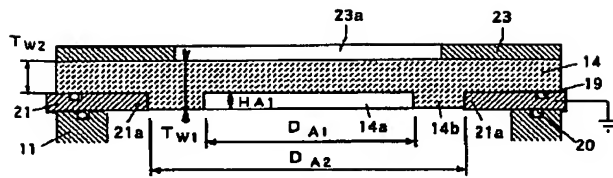
【符号の説明】

- 11 反応容器
- 12 反応室
- 14 マイクロ波導入窓
- 14 a 凹部
- 14 b 凸部（対向電極先端保護部）
- 14 c 凸部（対向電極先端保護部）
- 14 d 窓本体
- 14 e 環状部
- 15 試料台
- 16 基台
- 17 プラズマシールド部材
- 18 絶縁部材
- 19 Oリング
- 20 Oリング
- 21 対向電極
- 21 a 対向電極の先端
- 23 マイクロ波透過領域制限板
- 23 a 孔
- 25 ガス導入孔
- 26 排気口
- 31 中空部
- 32 誘電体層
- 33 金属板
- 34 導波管
- 35 マイクロ波発振器

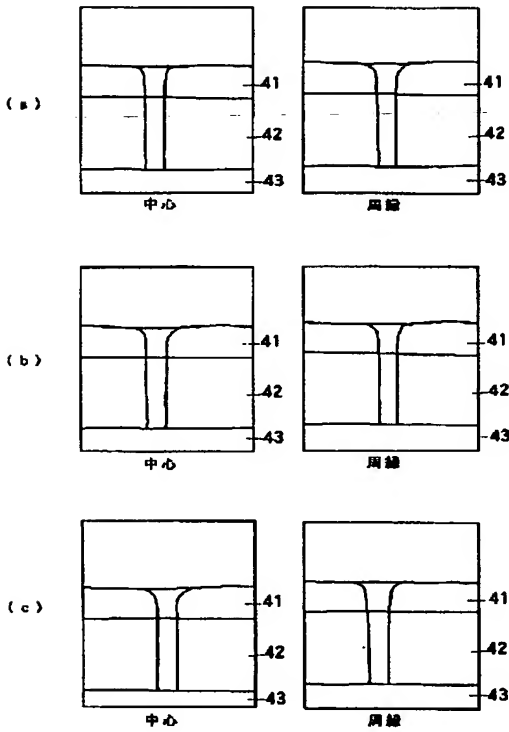




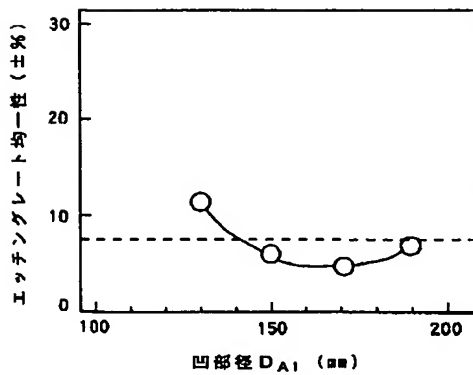
【図7】



【図11】



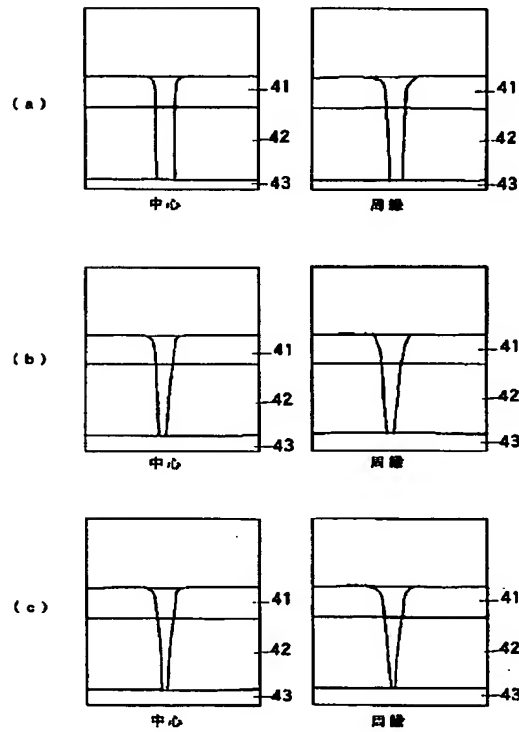
【図13】



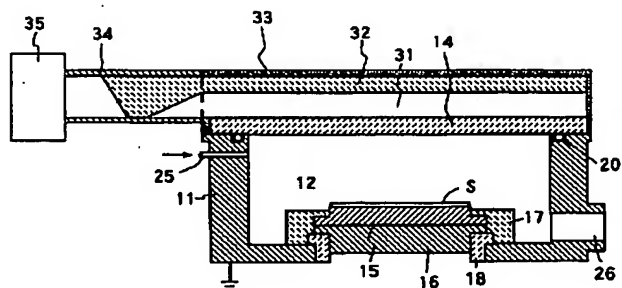
【図10】



【図12】



【図15】



【図14】

